

PERANCANGAN ULANG POMPA SENTRIFUGAL DIPERGUNAKAN MENGALIRKAN MINYAK BERSIH KE TANGKI PENIMBUNAN DI PABRIK KELAPA SAWIT

Mawardi

Universitas Al-Azhar, Jln. Pintu Air IV Padang Bulan, Telp/Fax (061) 836669

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Unaz, Medan Sumatera Utara

E-mail : mawardi.ipc@gmail.com

ABSTRAK

Pengolahan buah kelapa sawit adalah dimana proses penghasil crude palm oil.. Pada prinsipnya proses pengolahan kelapa sawit adalah proses ekstraksi Crude palm oil secara mekanis dari tandan buah segar kelapa sawit yang diikuti dengan proses pemurnian. Pemisahan minyak dari fraksi cairan lainnya dilakukan berdasarkan prinsip filtrasi, pengendapan, penguapan, sentrifugasi, dan sebagainya. Minyak dialirkan menuju oil transfer tank sebagai tempat penampungan sementara minyak yang telah dimurnikan sebelum dialirkan dan disimpan di dalam tangki timbun. Cara mengalirkannya dengan menggunakan bantuan pompa (Oil extraction pump).

Pompa Sentrifugal adalah merupakan alat yang berfungsi untuk mengalirkan suatu fluida cair dari suatu tempat ke tempat lain atau dari suatu tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi atau tempat yang diinginkan dengan melalui pipa. Pemindahan fluida cair tersebut menggunakan sebuah Impeller (baling-baling), daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar Impeller, supaya zat cair mengalir, oleh karena adanya dorongan dari sudu.

Kata Kunci : Pemurnian minyak, mengalir, Pompa, Zat cair

ABSTRACT

Palm oil processing is a processing that produces palm oil. In principle, the process of processing oil palm is the process of extracting Crude palm oil mechanically from fresh fruit bunches of oil palm followed by a refining process. Separation of oil from other liquid fractions is carried out based on the principles of filtration, precipitation, evaporation, centrifugation, and so on. Oil is flowed into the oil transfer tank as a temporary reservoir for refined oil before it is flowed and stored in a storage tank. How to drain it using the help of a pump (Oil extraction pump).

Centrifugal pump is a device that serves to flow a liquid fluid from one place to another or from a low place to a higher place or desired place through a pipe. Displacement of liquid fluid using an Impeller (propeller), external power is given to the pump shaft to rotate the Impeller, so that liquid flows, because of the impetus by the blade.

Keywords: Oil refining, flowing, pumps, liquid substances

1. Latar Belakang

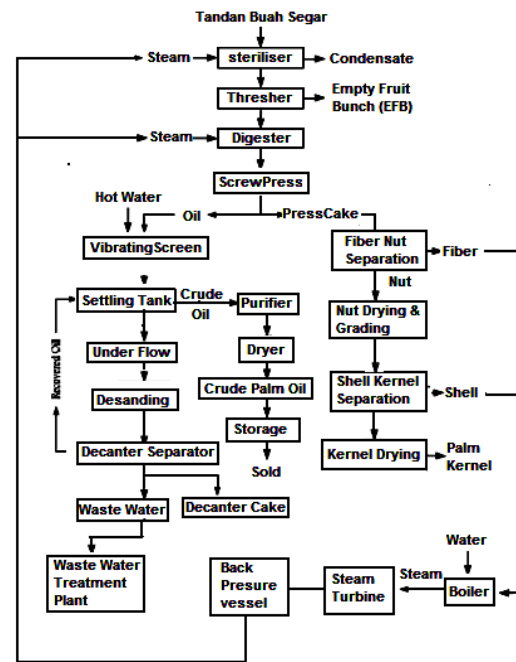
Proses pengolahan kelapa sawit merupakan suatu proses ekstraksi *Crude Palm Oil* dimana prosesnya buah kelapa sawit yang proses akhirnya adalah proses pemurnian. tahapan tersebut terdiri dari beberapa tahapan yang berjalan secara sinambungan dan saling terikat satu sama lain kegagalan pada satu tahapan akan berpengaruh langsung pada tahapan berikutnya. Cairan yang keluar dari alat kempa terdiri dari campuran minyak, air, dan padatan yang bukan minyak atau NOS (*Non Oil Solid*). Untuk memisahkan minyak

dari fase lainnya perlu dilakukan dengan proses pemurnian yang disebut dengan *clarifikasi*. Minyak tersebut perlu segera dimurnikan dengan maksud agar tidak terjadi penurunan mutu akibat adanya reaksi hidrolis dan oksidas. Dalam cairan terdapat beberapa fase yang sulit dipisahkan dengan satu cara, selanjutnya dilaksanakan tahapan untuk pemisahan antara minyak, NOS dan air dengan beberapa tahapan. Pemisahan minyak dari fraksi cairan lainnya dilaksanakan menurut prinsip penyaringan, pengendapan, vavorasi, sentrifugasi, dan sebagainya.

Pada Pabrik kelapa sawit terdapat stasiun pemurnian minyak dimana minyak belum murni yang didapat dari hasil stasiun kempa selanjutnya dibersihkan dari kotoran seperti adanya padatan, lumpur, atau juga air, supaya memperoleh *Crude Palm Oil* mutu yang baik serta mendapatkan nilai jual yang tinggi dipasaran. Minyak dialirkan menuju *oil transfer tank* sebagai tempat penampungan sementara minyak yang telah dimurnikan sebelum dialirkan dan disimpan di dalam tangki timbun. Setelah minyak tidak lagi mengandung kadar air, sludge dan kotoran lainnya maka minyak selanjutnya akan dialirkan menuju *storage tank*. Cara mengalirkannya dengan menggunakan bantuan pump.

Pompa merupakan alat yang dipergunakan dalam menaikkan cairan dari tempat rendah ke tempat tinggi atau mengalirkan cairan dari tempat bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan tinggi. Hal ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk atau *suction* dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar atau *discharge* dari pompa. Pompa yang digunakan untuk mengalirkan minyak murni ke tangki penimbunan adalah pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal merupakan pompa dimana proses kerjanya dapat menaikkan air dilakukan dengan gaya sentrifugal.

Pompa sentrifugal merupakan pompa kerja dinamis yang paling banyak digunakan karena bentuknya simple dan harga terjangkau. Kelebihan sentrifugal pump adalah gerak sudunya yang berkelanjutan menyebabkan aliran seragam, keandalan operasi tinggi disebabkan gerakan elemen yang sederhana dan tidak adanya katup-katup, kemampuan saat beroperasi dengan putaran tinggi, yang disambungkan ke elektromotor, motor pembakaran dalam dengan dimensi kecil sehingga hanya memerlukan ruang kecil, sehingga ringan serta biaya instalasi murah, harga murah dan biaya perawatan yang murah. Pula.



Gambar 1. Diagram Aliran Proses PKS

Pompa Sentrifugal

Sentrifugal Pump peralatan dimana bekerja untuk memindahkan fluida dari suatu tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi atau tempat yang diinginkan melalui pipa. Pemindahan fluida cair tersebut menggunakan sebuah baling-baling, daya dari luar diberikan ke shaft pump agar dapat memutar baling-baling agar supaya zat cair mengalir, oleh karena adanya dorongan oleh sudu-sudu.

Karena timbul gaya putaran sehingga fluida akan mengalir dari sisi tengah sudu keluar melalui pipa diantara sudu-sudu. Disini head tekanan zat cair terjadi lebih tinggi, demikian pula head laju kecepatannya semakin besar sebab fluida dalam percepatan. Maka itu energi yang ada pada fluida tersebut juga bertambah besar. Energi tersebut berupa Energi tekanan, Energi kecepatan dan Energi potensial.

Saat sekarang penggunaan pompa putaran sudah banyak dipergunakan dan telah berkembang dengan pesatnya sehingga banyak menukarkan penggunaan dengan pompa lainnya.

Keuntungan dari pompa sentrifugal adalah :

1. Pada head dan kapasitas yang sama dengan penggunaan pompa sentrifugal sangat terjangkau
2. Operasional paling mudah

3. Aliran seragam dan halus
4. Kehandalan dalam operasi
5. Biaya pemeliharaan yang rendah

Prinsip dasar pompa sentrifugal :

- a. Gaya sentrifugal bekerja pada *impeller* untuk mendorong fluida ke sisi luar sehingga kecepatan zat cair bertambah
- b. Kecepatan zat cair yang tinggi akan berubah akibat dari rumah pompa (*volute* atau *diffuser*) menjadi *pressure* atau *head*.



Gambar 2. Pompa Sentrifugal

2. Metodologi Penelitian

2.1. Teknik Pengumpulan Data

Teknik Pengumpulan data pada penelitian ini adalah :

- a. Riset ke pabrik kelapa sawit
- b. Studi literatur pada buku – buku terkait pompa dan pabrik kelapa sawit
- c. Jurnal terkait dengan pompa sentrifugal dan pabrik kelapa sawit
- d. Makalah terkait pompa sentrifugal dan pabrik kelapa sawit

2.2. Variabel Penelitian

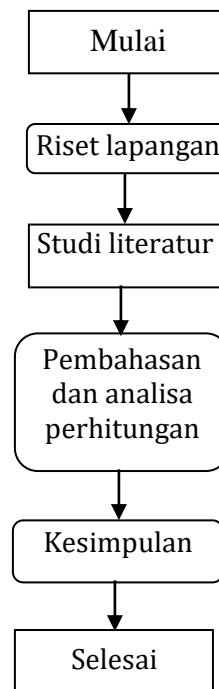
Di fokuskan pada pompa sentrifugal untuk memindahkan minyak kelapa sawit dari *Oil Extraction Pump* ke tangki penimbunan.

2.3. Spesifikasi Pompa

- a. Merk : CK MTP PUMP
- b. Model : OBNT2 10TKT2
- c. Kapasitas : 50 M³ / Jam
- d. Daya : 15 kw
- e. Putaran : 1460 Rpm
- f. Head : 40 M
- g. V. Belt : B – 58
- h. SN : M9992 dan M 9993
- i. Pully 3 Ply , Diameter 8" (E. motor)

- j. Pully 3 Ply -, Diameter 6" (Pump)

2.4. Diagram Alir



Gambar 3. Diagram alir

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Daya Motor

Untuk mencari daya rencana pada elektromotor yang digunakan pada penggerak pompa, maka terlebih dahulu ditentukan efisiensi pompa sebab berkaitan dengan perhitungan tenaga elektromotor yang dipergunakan. menggunakan persamaan sebagai berikut (Fritz Dietzel, 1992):

$$P_w = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q$$

Dengan:

P_w = Tenaga zat cair (W)

ρ = Berat jenis minyak [930 kg/m³]

g = Percepatan gravitasi [9,81 m/det²]

H = Head tekanan pompa [40 m]

Q = Kapasitas pemompaan [0,0138 m³/det]

Maka :

$$P_w = 930 \times 9,81 \times 40 \times 0,0138$$

$$P_w = 5036,06 \text{ W}$$

$$P_w = 5,036 \text{ Kw}$$

Untuk menentukan daya poros pompa terlebih dahulu ditentukan efisiensi-pompa.

Efisiensi-pompa antara lain (Bianci LWP, 1981):

$$a. \text{ Efisiensi Hidroulis } (\eta_h) = 0,75-0,95$$

b. Efisiensi Volumetris (η_v) = 0,90–0,98

c. Efisiensi Mekanis (η_m) = 0,85–0,95

Maka efisiensi total (η_{tot}) adalah:

$$\eta_{tot} = \eta_h \cdot \eta_v \cdot \eta_m$$

Dengan:

η_{tot} = Efisiensi total

η_h = Efisiensi hidroulis [0,79]

η_v = Efisiensi volumetris [0,93]

η_m = Efisiensi mekanis [0,91]

$$\eta_{tot} = 0,79 \times 0,93 \times 0,91$$

$$\eta_{tot} = 0,81$$

$$\eta_{tot} = 81 \%$$

maka daya poros pompa dihitung dengan persamaan (Fritz Dietzel, 1992):

$$P_{ah} = \frac{P_w}{\eta_{tot}}$$

Dimana :

P_w = Daya fluida watt

η_{tot} = Efisiensi total

maka

$$P_{ah} = \frac{P_w}{\eta_{tot}}$$

$$P_{ah} = \frac{5036,06}{0,81}$$

$$P_{ah} = 6200,13 \text{ Watt}$$

$$P_{ah} = 6,2 \text{ kW}$$

3.2. Perhitungan Diameter Pipa Isap dan Tekan

Diameter pipa isap dan pipa tekan ditentukan berdasarkan kapasitas pompa yang telah ditentukan (1-2 m/s untuk pipa berdiameter kecil, dan 1,5 – 3,0 m/s untuk pipa berdiameter besar)

1. Diameter Pipa isap

$$D_s = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V_s}}$$

Dimana

D_s = Diameter Pipa isap (m)

Q = Kapasitas Pompa (0.0138 m³/s)

V_s = Kecepatan aliran rata – rata (1 m/s)

Maka :

$$D_s = \sqrt{\frac{4 \times 0,0138}{\pi \times 1}}$$

$$D_s = \sqrt{\frac{0,0555}{3,14}}$$

$$D_s = 0,133 \text{ m}$$

2. Diameter Pipa Tekan

$$D_d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V_d}}$$

Bila :

D_s = Diameter Pipa isap (m)

Q = Kapasitas Pompa (0.0138 m³/s)

V_s = Kecepatan aliran rata – rata (2 m/s)

Maka diameter pipa tekan sebesar :

$$D_s = \sqrt{\frac{4 \times 0,0138}{\pi \times 2}}$$

$$D_s = \sqrt{\frac{0,0555}{6,28}}$$

$$D_s = 0,297 \text{ m}$$

Kecepatan Aliran pompa dalam pipa (V_{is})

$$V_{is} = \frac{4 Q}{\pi \times D_s^2}$$

Dimana :

Q = Kapasitas Pompa (0,0138 m³/s)

D_s = Diameter pipa isap (0,133 m)

Sehingga :

$$V_{is} = \frac{4 \times 0,0138}{\pi \times (0,133)^2}$$

$$V_{is} = \frac{0,0555}{0,0555}$$

$$V_{is} = 1 \text{ m/s}$$

3.3. Head Pompa

Kecepatan spesifik (Austin, 1989):

$$ns = n \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}$$

Dimana :

ns = Kecepatan spesifik (Rpm)

Q = Kapasitas Pompa (0,833 m³/ min)

H = Head Total Pompa (40 m)

n = Putaran pompa (1460 Rpm)

Sehingga :

$$ns = 1460 \frac{0,833^{1/2}}{40^{3/4}}$$

$$ns = 83,77 \text{ Rpm}$$

$$ns \approx 100 \text{ Rpm}$$

$$hf = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L$$

Dimana :

hf = kerugian head (m)

Q = kapasitas pompa (0,0138 m³/s)

C = Koefisien (120 – 130)

D = Diameter pipa (0,127 m)

L = panjang pipa (10 m)

Maka :

$$h_f = \frac{10,666 \times 0,0138^{1,85}}{120^{1,85} \times 0,127^{4,85}} \times L$$

$$h_f = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L$$

$$h_f = 0,1171$$

$$h_f = 1 \text{ m}$$

Kerugian pada satu belokan 90°

$$f = 0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \times \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5}$$

$$f = 0,131 + 1,847 \left(\frac{1}{2} \right)^{3,5} \times \left(\frac{90}{90} \right)^{0,5}$$

$$f = 0,294$$

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D^2}$$

$$v = \frac{0,0138}{\frac{\pi}{4} \times 0,127^2}$$

$$v = 1,096 \text{ m/s}$$

Dan kerugian keluar pada ujung pipa

$$h_f = f \frac{v^2}{2g}$$

$$h_f = 0,294 \frac{1,096^2}{2g}$$

$$h_f = 0,0179 \text{ m}$$

head kecepatan keluar

$$\frac{v^2}{2g}$$

$$\frac{1,096^2}{2g}$$

$$0,0612 \text{ m}$$

Kerugian pada katup

$$h_f = f \frac{v^2}{2g}$$

$$h_f = 0,6 \frac{1,096^2}{2g}$$

$$h_f = 0,036 \text{ m}$$

Mayor head loss (mayor losses)

$$h_{lp} = f \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Dimana :

h_{lp} = mayor losses

f = faktor gesekan

L = panjang pipa

D = diameter dalam pipa

V = kecepatan rata – rata cairan dalam pipa

Maka :

$$h_{lf} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{lf} = 1,294 \times \frac{10}{0,127} \times \frac{1,096^2}{2g}$$

$$h_{lf} = 6,235 \text{ m}$$

Minor head loss (minor losses)

$$h_{lf} = n \cdot k \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Dimana :

H_{lf} = minnor losses

n = jumlah fitting

k = koefisien gesek

V = kecepatan rata – rata aliran

Maka

$$h_{lf} = n \times k \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{lf} = 8 \times 1,294 \frac{1,096^2}{2g}$$

$$h_{lf} = 0,6335 \text{ m}$$

head statis = h_a

$$h_a = h_{lf_{mayor}} - h_{lf_{minor}}$$

$$h_a = 6,235 - 0,6335$$

$$h_a = 5,6 \text{ m}$$

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{vd^2}{2g}$$

Dimana :

H = head total pompa (m)

H_a = head statis (5,6 m)

h₁ = berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan sambungan

maka :

$$H = 5,6 + 0 + 1 + 8(0,0179) + 0,036 + 0,0612$$

$$H = 6,6 + 0,179 + 0,0972$$

$$H = 6,878 \text{ m}$$

$$H_{act} > H_{teoritis}$$

3.4. NPSH yang tersedia

$$h_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - h_s - h_{is}$$

Dimana :

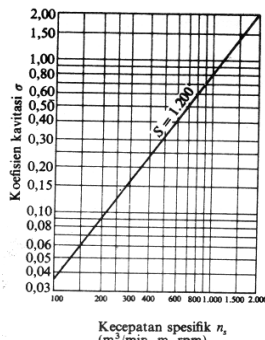
h_{sv} = NPSH tersedia (m)

P_a = Tekanan Atmosfir (10322 Kg /m²)

P_v = Tekanan uap jenuh (752 kg/m²)
 γ = Berat jenis zat cair (992,3 kg/m³)
 h_s = Head isap statis (5 m)
 h_{is} = Kerugian head di dalam pipa isap (0,095 m)
 sehingga :

$$\begin{aligned}
 h_{sv} &= \frac{10322}{992,3} - \frac{752}{992,3} - 5 - 0,095 \\
 h_{sv} &= 10,412 - 0,7578 - 5 - 0,095 \\
 h_{sv} &= 9,654 - 4,905 \\
 h_{sv} &= 4,749 \text{ m}
 \end{aligned}$$

NPSH yang diperlukan



Gambar 4. Hubungan antara koefisien kavitasasi dengan kecepatan spesifik

Dari grafik didapat

$$H_{svN} = \sigma \times H_N$$

Dimana :

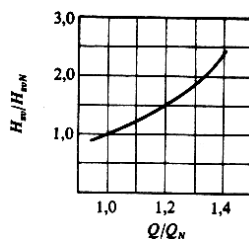
σ = Koefisien kavitasasi ($\sigma = 0,035$ dengan kecepatan spesifik 100 rpm)

H_N = Head Total pompa (40 m)

Sehingga :

$$H_{svN} = 0,035 \times 40 \text{ m}$$

$$H_{svN} = 1,4 \text{ m}$$



Gambar 5. NPSH yang diperlukan

Dari grafik diperoleh :

$$Q/Q_N = 1,4$$

$$H_{sv}/H_{svN} = 2,5$$

Maka

$$H_{svN} = 2,5 \times 1,4$$

$$H_{svN} = 3,5 \text{ m}$$

Dari syarat bahwa NPSH tersedia > NPSH yang diperlukan

$$NPSH_{tersedia} > NPSH_{diperlukan}$$

$$4,749 \text{ m} > 3,5 \text{ m}$$

Pompa aman dari terjadi kavitasasi

4. Kesimpulan

1. Hasil Perhitungan
 - a. Diameter pipa isap : 0,133 m
 - b. Diameter pipa tekan : 0,297 m
 - c. Kecepatan aliran pompa : 1 m/s
 - d. Kecepatan spesifik : 100 rpm
 - e. Kerugian head : 0,095 m
 - f. NPSH tersedia : 4,749 m
 - g. NPSH yang diperlukan : 3,5 m
2. Daya Motor
 - a. Daya fluida : 5036,06 Watt
 - b. Daya poros : 6200,13 Watt
 - c. Efisiensi hidroulis : 79 %
 - d. Efisiensi volumetris : 93 %
 - e. Efisiensi mekanis : 91 %
 - f. Efisiensi total : 81 %
3. Data lain
 - a. Temperatur minyak : 40°C
 - b. Berat jenis minyak : 992,3 kg/m³
 - c. Koefisien kavitasasi : 0,035
 - d. Viskositas kinematik : 0,658 m²/s
 - e. Tekanan uap jenuh : 0,0752 kg/cm²
 - f. Tekanan atmosfer : 10322 Kg/m²
 - g. Tekanan uap jenuh : 752 Kg/m²

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Basyar. A.H, Perkebunan Besar Kelapa Sawit, 1999, E - Law dan CePAS, Jakarta
- [2] Church, A. H., 1986, *Pompa dan Blower Sentrifugal*, PT. Erlangga, Jakarta
- [3] Dietzel, F., 1992, *Turbin Pompa dan Kompresor*, PT. Erlangga, Jakarta
- [4] L.W.P. Bianchi, P. Bustraan, 1974, *pompa*, Pradnya Paramita, Jakarta
- [5] Sularso, Tahara, H., 2004, *Pompa dan Kompresor*, Pradnya Paramitha, Jakarta
- [6] Taufiq Hidayat, Fakhruddin., 2008, "Perancangan pompa moyno dengan kapasitas 50 m³/jam head 70 Meter untuk mendistribusikan minyak mentah (*crude oil*) pada Proses industri perminyakan", Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi 2008 - IST AKPRIND Yogyakarta
- [7] URL: <http://www.pump.com>.